

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-310043

(43)Date of publication of application : 04.11.1994

(51)Int.Cl.

H01J 19/54

H01J 1/30

H01J 21/06

(21)Application number : 05-131831

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 02.06.1993

(72)Inventor : ISE TOMOKAZU

(30)Priority

Priority number : 04225531

Priority date : 25.08.1992

Priority country : JP

04318167

27.11.1992

05 35227

24.02.1993

JP

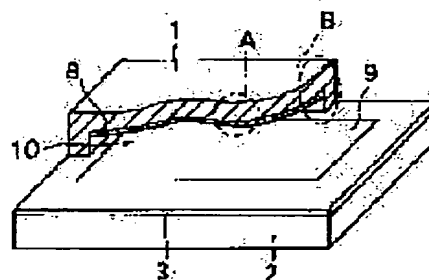
JP

## (54) ELECTRON EMISSION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an electron emission device, with which the high vacuum condition of an electrode structure can be maintained without using a vacuum container, and which can enable high efficiency operation at large output even though the device is very small, light-weighted, and thin.

CONSTITUTION: An electron tube forms a structure sealed in vacuum, by using an electron collect electrode supporting substrate 1, a cold cathode alloy supporting substrate 2, and a part 3 of an electrode structure body. The electron emitted from an electron emission region 9 formed of the cold cathode alloy and an electron beam drawing electrode, passes a vacuum region 10 and reaches an electron collect electrode 8. The vacuum region 1 is formed by anode- connecting the outer peripheral part of the electron collect electrode supporting substrate 1 to a part of the electron beam drawing electrode on the outer periphery of the electron emission region, in a vacuum tank. After vacuum sealing, even when the electron tube is exposed to the outside of the vacuum tank, the vacuum degree of the vacuum region 10 is not changed and retained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.01.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

30.01.2001

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

9/13

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-310043

(43)公開日 平成 6 年(1994)11月 4 日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 19/54		7354-5E		
1/30	Z	9172-5E		
21/06		7354-5E		

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平5-131831

(22)出願日 平成 5 年(1993) 6 月 2 日

(31)優先権主張番号 特願平4-225531

(32)優先日 平 4 (1992) 8 月 25 日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願平4-318167

(32)優先日 平 4 (1992)11月27日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願平5-35227

(32)優先日 平 5 (1993) 2 月 24 日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005049  
シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 伊勢 智一  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 川口 義雄 (外 1 名)

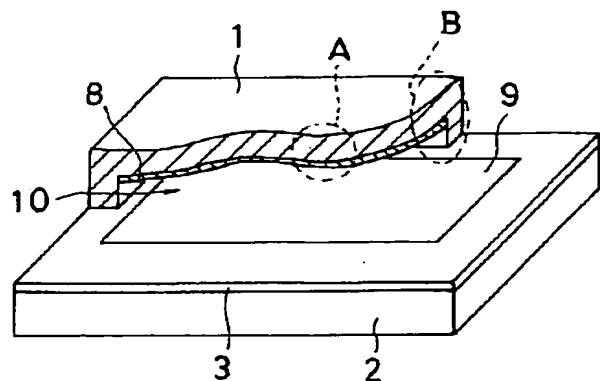
FP04-0164-  
00W0-HP  
04.11.09  
SEARCH REPORT

(54)【発明の名称】 電子放出デバイス

(57)【要約】

【目的】 真空容器を用いずに電極構造体を高真空状態に維持することができ、超短小軽薄でありながら、大出力で高効率動作を可能とする電子放出デバイスを提供する。

【構成】 電子コレクト電極支持基板 1、冷陰極アレイ支持基板 2、電極構造体の一部 3 を用いて真空封止された構造をなしている電子管である。冷陰極アレイと電子ビーム取り出し電極とから構成される電子放出領域 9 より放出された電子は真空領域 10 を通過して電子コレクト電極 8 へ到達する。真空領域 10 は真空槽内で電子コレクト電極支持基板 1 の外周部と電子放出領域外周の電子ビーム取り出し電極の一部とを陽極接合することにより形成される。真空封止後、電子管を真空槽外に出しても真空領域 10 の真空度は変化することなく保持される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の基板と、該第1の基板に対向して設けられた第2の基板と、電界放出の原理に基づいて電子を放出する複数の電子放出源よりなる冷陰極アレイと、該冷陰極アレイとは電気的に絶縁された電子ビーム取り出し電極と、前記冷陰極アレイ及び前記電子ビーム取り出し電極とは電気的に絶縁された電子コレクト電極とを備えており、少なくとも前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極と前記電子コレクト電極とから画成される電子放出空間を真空状態に維持すべく、少なくとも前記第1の基板の外周部と前記第2の基板の外周部とが接合されたことを特徴とする電子放出デバイス。

【請求項2】 前記冷陰極アレイが前記第1の基板上に形成されており、前記電子ビーム取り出し電極が前記第1の基板上の前記冷陰極アレイ周辺に形成されており、前記電子コレクト電極が前記第2の基板上に前記冷陰極アレイ及び前記電子ビーム取り出し電極と対向して形成されていることを特徴とする請求項1に記載の電子放出デバイス。

【請求項3】 接合された前記第1の基板及び前記第2の基板の一方の少なくとも接合された側の表面がアルカリ金属元素及び酸素元素を含む材料から成り、他方の少なくとも接合された側の表面が酸化可能な元素（すなわち、酸化される元素）又は酸化可能な元素を含む材料から成ることを特徴とする請求項2に記載の電子放出デバイス。

【請求項4】 少なくとも前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極と前記電子コレクト電極とから画成される電子放出空間を真空状態に維持すべく、前記第1の基板の外周部と、前記電子ビーム取り出し電極と前記第1の基板とを電気的に絶縁する絶縁層の外周部と、前記電子ビーム取り出し電極の外周部と、前記第2の基板の外周部とが接合されたことを特徴とする請求項2に記載の電子放出デバイス。

【請求項5】 接合された前記第2の基板の少なくとも接合された側の表面及び前記電子ビーム取り出し電極の一方がアルカリ金属元素及び酸素元素を含む材料から成り、他方が酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料から成ることを特徴とする請求項4に記載の電子放出デバイス。

【請求項6】 少なくとも前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極と前記電子コレクト電極とから画成される電子放出空間を真空状態に維持すべく、前記第1の基板の外周部と、前記電子ビーム取り出し電極と前記第1の基板とを電気的に絶縁する絶縁層の外周部と、前記第2の基板の外周部とが接合されたことを特徴とする請求項2に記載の電子放出デバイス。

【請求項7】 接合された前記第2の基板の少なくとも接合された側の表面及び前記絶縁層の一方がアルカリ金属元素及び酸素元素を含む材料から成り、他方が酸化可

能な元素又は酸化可能な元素を含む材料から成ることを特徴とする請求項6に記載の電子放出デバイス。

【請求項8】 少なくとも前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極と前記電子コレクト電極とから画成される電子放出空間を真空状態に維持すべく、前記第1の基板の外周部と、前記電子ビーム取り出し電極と前記第1の基板とを電気的に絶縁する絶縁層の外周部と、前記電子ビーム取り出し電極の外周部と、接合のために設けられたスペーサと、前記電子コレクト電極の外周部と、前記第2の基板の外周部とが接合されたことを特徴とする請求項2に記載の電子放出デバイス。

【請求項9】 接合された前記スペーサ及び前記電子ビーム取り出し電極の一方がアルカリ金属元素及び酸素元素を含む材料から成り、他方が酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料から成ることを特徴とする請求項8に記載の電子放出デバイス。

【請求項10】 接合された前記スペーサ及び前記電子コレクト電極の一方がアルカリ金属元素及び酸素元素を含む材料から成り、他方が酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料から成ることを特徴とする請求項8に記載の電子放出デバイス。

【請求項11】 前記スペーサは、前記電子ビーム取り出し電極又は前記電子コレクト電極上に形成された電気的絶縁体から成る薄膜であることを特徴とする請求項8～請求項10のいずれか一項に記載の電子放出デバイス。

【請求項12】 前記第1の基板の少なくとも一表面が絶縁性を有しており、前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極とが複数のライン状に前記第1の基板の絶縁性を有する表面上に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の電子放出デバイス。

【請求項13】 前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極と共に、前記電子コレクト電極とが複数の線上に前記第1の基板の絶縁性を有する表面上に形成されていることを特徴とする請求項12に記載の電子放出デバイス。

【請求項14】 前記電子コレクト電極が前記第2の基板上に形成されていることを特徴とする請求項12に記載の電子放出デバイス。

【請求項15】 少なくとも前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極と前記電子コレクト電極とから画成される電子放出空間を真空状態に維持すべく、前記第1の基板の外周部と、接合のために設けられ絶縁性を有するスペーサと、前記第2の基板の外周部とが接合されたことを特徴とする請求項12、13又は14に記載の電子放出デバイス。

【請求項16】 前記冷陰極アレイ及び電子ビーム取り出し電極の複数のライン状の各々の少なくとも一方の端部に配線部が前記第1の基板の外周部に設けられており、前記冷陰極アレイ及び前記電子ビーム取り出し電極のそれぞれの前記配線部が前記第1の基板の外周部と共

に前記スペーサと前記第2の基板とが接合されたことを特徴とする請求項15に記載の電子放出デバイス。

【請求項17】 前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極と前記電子コレクト電極との複数のライン状の各々の少なくとも一方の端部に配線部が前記第1の基板の外周部に設けられており、前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極と前記電子コレクト電極とのそれぞれの前記配線部が前記第1の基板の外周部と共に前記スペーサと前記第2の基板とが接合されたことを特徴とする請求項15に記載の電子放出デバイス。

【請求項18】 接合された前記第1の基板の少なくとも接合された側の表面及び前記スペーサの一方がアルカリ金属元素及び酸素元素を含む材料から成り、他方が酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料から成ることを特徴とする請求項14～17のいずれか1項に記載の電子放出デバイス。

【請求項19】 接合された前記第2の基板の少なくとも接合された側の表面及び前記スペーサの一方がアルカリ金属元素及び酸素元素を含む材料から成り、他方が酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料から成ることを特徴とする請求項14～17のいずれか1項に記載の電子放出デバイス。

【請求項20】 陽極接合によって接合される第1の基板と第2の基板において、少なくともどちらか一方の基板上か又は基板上に形成されている構造体の上に、陽極接合時に接合するために必要な電圧を適当な部位に印加するための電極層を設けたことを特徴とする請求項1に記載の電子放出デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電界放出の原理により電子を放出する電子放出デバイスに係り、特に真空管またはディスプレイ等として動作する電子放出デバイスの真空封止構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、集積回路又は薄膜の分野において用いられている微細加工技術により、高電界において電子を放出する電界放出型電子素子作製技術の進歩はめざましく、特に極めて小型な構造を有する電界放出型冷陰極が製造されている。この種の電界放出型冷陰極は、三極管型の超小型電子管又は超小型電子銃を構成する基本的な電子放出デバイスの要素である。この種の電界放出型冷陰極の電子源については、特に、スタンフォードリサーチ インスティテュート (Stanford Research Institute) のシー. エー. スピント (C. A. Spindt) らによるジャーナルオブ アプライド フィジックス (Journal of Applied Physics) の第47巻、12号、5248～5268頁 (1976年12月) に発表された研究報告書等により公知であり、シー. エー. スピント (C. A. Spindt) 等の米国特許第3,789,471号及びエイチ. エフ. グレイ (H. F. Gr

ay) 等の米国特許第4,307,507号に開示されている。また、これらの電子源を電子管として真空封止する構造としては、冷陰極アレイを構成する複数の電子放出源を一つ一つ孤立させて自己整合的に真空封止するモールド技術を用いたものが、The Fourth International Vacuum Microelectronics Conference (第4回真空マイクロエレクトロニクス国際会議: IVMC 91, Nagahama) において、新日本製鉄 (株) の河村等によって発表されている。さらに、広範に用いられている構造としては、真空容器内に電極構造体全体を収納する構造があり、特開昭58-205128号公報、特開平3-89438号公報によって開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 電界放出型電子管は複数のミクロンサイズの電子放出源よりなる冷陰極アレイと、冷陰極アレイ上方に電氣的に冷陰極アレイとは絶縁されて形成された電子ビーム取り出し電極と、電子ビーム取り出し電極上方に電氣的に電子ビーム取り出し電極とは絶縁されて形成された電子コレクト電極からなる電極構造体を真空封止したもので、超短小軽薄でありながら、大出力で高効率動作を可能とする電子放出デバイスである。

【0004】そして、電極構造体を真空封止する際に要求される構造としては、

(1) 安定した高真空が維持できること。その理由としては、第1に電子放出源の電子放出部表面に異種原子が弱冠でも吸着すると、電子放出部表面の仕事関数は大幅に変化してしまい、安定な電子放出特性が得られなくなる。第2に電子管内に残留ガスがあると、放出電子ビームによって一部がイオンとなり、冷陰極アレイ (カソード) と電子ビーム取り出し電極 (ゲート) との間、及び冷陰極アレイ (カソード) と電子コレクト電極 (アノード) 間に印加される電圧によって加速され、高エネルギーをもって電子放出源に衝突してスパッターする。このため、冷陰極アレイ寿命が短く、電子放出動作が不安定となる。

【0005】(2) 超短小軽薄という電極構造体の寸法特性を生かせるよう、真空容器はできるだけ小型化できること。

【0006】等が挙げられる。

【0007】しかし、冷陰極アレイを構成する複数の電子放出源を一つ一つ孤立させて自己整合的に真空封止するモールド技術を用いた構造では、デバイス寸法を超短小軽薄にできるが、一電子源 (又は数個) ごとに真空封止するため、封止領域ごとに、残留ガス、封止領域内壁からの放出ガス等の違いによって、その環境が異なる場合が生じ、真空封止された各電子放出源ごとの動作特性が不均一になってしまうという問題がある。他の封止構造として、従来より、広範に用いられている、特開昭58-205128号公報、特開平3-89438号公報によって開示

されているような真空封止構造を用いると、デバイス寸法は電極構造体を収納する真空容器の大きさによって決定されてしまい、本電極構造体の超短小軽薄という特長が生かせなくなってしまう。また、真空封止用容器に電極構造体を収納した後、封着材（接着剤）として低融点ガラスや金属を用い容器に蓋を固着するが、この際、熱を加えて封着材を熔融するため、ガスが発生し、高真空な封止は不可能となる。これに対する改善策として、真空容器内にゲッタ材を設ける構造もあるが、このような構造は、より一層、真空容器寸法を大きいものとしてしまう。

【0008】本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、真空容器を用いずに電極構造体を高真空状態に維持することができ、超短小軽薄でありながら、大出力で高効率動作を可能とする電子放出デバイスを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明では、第1の基板と、該第1の基板に対向して設けられた第2の基板と、電界放出の原理に基づいて電子を放出する複数の電子放出源よりなる冷陰極アレイと、該冷陰極アレイとは電気的に絶縁された電子ビーム取り出し電極と、前記冷陰極アレイ及び前記電子ビーム取り出し電極とは電気的に絶縁された電子コレクト電極とを備えており、少なくとも前記冷陰極アレイと前記電子ビーム取り出し電極と前記電子コレクト電極とから画成される電子放出空間を真空状態に維持するべく、少なくとも前記第1の基板の外周部と前記第2の基板の外周部とが接合された電子放出デバイスを構成している。

【0010】また、本発明では、上記電子放出デバイスにおいて、冷陰極アレイが第1の基板上に形成されており、電子ビーム取り出し電極が第1の基板上の冷陰極アレイ周辺に形成されており、電子コレクト電極が第2の基板上に冷陰極アレイ及び電子ビーム取り出し電極と対向して形成している。

【0011】また、本発明では、上記電子放出デバイスにおいて、第1の基板の外周部と、電子ビーム取り出し電極と第1の基板とを電気的に絶縁する絶縁層の外周部と、電子ビーム取り出し電極の外周部と、第2の基板の外周部とが接合されている。あるいは、第1の基板の外周部と、電子ビーム取り出し電極と第1の基板とを電気的に絶縁する絶縁層の外周部と、第2の基板の外周部とが接合されている。あるいは、第1の基板の外周部と、電子ビーム取り出し電極と第1の基板とを電気的に絶縁する絶縁層の外周部と、電子ビーム取り出し電極の外周部と、当該接合のために設けられたスペーサと、電子コレクト電極の外周部と、第2の基板の外周部とが接合されている。そして、接合されたスペーサは、電子ビーム取り出し電極又は電子コレクト電極上に形成された電気的絶縁体から成る薄膜であってもよい。

【0012】また、本発明では、上記電子放出デバイスの接合部において、好ましくは、接合面の一方がアルカリ金属元素及び酸素元素を含む材料であり、他方が酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料としている。

【0013】さらに、本発明では、第1の基板の少なくとも一表面が絶縁性を有しており、冷陰極アレイと電子ビーム取り出し電極とが複数のライン状に第1の基板の絶縁性を有する表面上に形成されている電子放出デバイスを構成している。

【0014】また、本発明では、上記電子放出デバイスにおいて、少なくとも冷陰極アレイと電子ビーム取り出し電極と電子コレクト電極とから画成される電子放出空間を真空状態に維持するべく、第1の基板の外周部と、接合のために設けられた絶縁性を有するスペーサと、第2の基板の外周部とが接合されている。この場合、冷陰極アレイ及び電子ビーム取り出し電極の複数のライン状の各々の少なくとも一方の端部に配線部が第1の基板の外周部に設けられており、冷陰極アレイ及び電子ビーム取り出し電極のそれぞれの配線部が第1の基板の外周部と共にスペーサと第2の基板とが接合されていてもよい。あるいは、冷陰極アレイと電子ビーム取り出し電極と電子コレクト電極との複数のライン状の各々の少なくとも一方の端部に配線部が第1の基板の外周部に設けられており、冷陰極アレイと電子ビーム取り出し電極と電子コレクト電極とのそれぞれの配線部が第1の基板の外周部と共に前記スペーサと第2の基板とが接合されていてもよい。

【0015】また、この場合、電子コレクト電極は、第1の基板上に形成されず、第2の基板上に形成されていてもよい。

【0016】

【作用】本発明によれば、電子放出デバイスにおいて、上記のような構成することにより、冷陰極アレイ及び電子コレクト電極等の電極を支持する2つの基板等から成る電極構造体の寸法そのものが電子管の寸法となるため、超短小軽薄なデバイスが作製できる。更に、冷陰極アレイを構成する総ての電子放出源を同じ真空環境に収めることができるため、電子放出源ごとの環境の違いによる動作の不安定性が改善される。また、電極構造体を真空中で接合する際、少なくとも真空封止の際の接合部において、一方の接合面をアルカリ金属元素と酸素元素とを含む材料とし、他方の接合面を酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料とすることにより、封着材を用いることなく、例えば、接合部を熔融することのない熱と電圧の印加のみで接合（陽極接合）できるため、ガスの発生がなく、高真空な封止が可能となる。そして、以上のように、本電子放出デバイスは高性能な真空管またはディスプレイとして使用できることはもとより、比較するのに適当なガリウム・ヒ素デバイスよりも、実質的に超短小軽薄でありながら、大出力・高効率で高速スイッ

チングすることが可能な超高速集積回路として使用することも可能となる。

【0017】

【実施例】以下に本発明に係わる実施例について図を参照して説明する。

【0018】図1は、本発明による電子放出デバイスの一実施例として三極管構成を示す要部の概略的断面斜視図であり、図2は図1に示す三極管の全体を概略的に示す斜視図である。

【0019】図2に示すように、三極管は、電子コレクト電極支持基板1、冷陰極アレイ支持基板2、及び電極構造体の外周部3を用いて真空封止された構造をなしている。即ち、内部の電子放出空間を真空状態に維持するべく設けられた接合部は、冷陰極アレイ支持基板2の外周部と電極構造体の一部の外周部3と電子コレクト電極支持基板1の外周部とが積層された構造を有する。この詳細については後述する。

【0020】また、4は電子コレクト電極リード線、5は冷陰極アレイリード線、6は電子ビーム取り出し電極リード線、7は三極管駆動回路である。

【0021】図1に示すように、冷陰極アレイ（カソード）と電子ビーム取り出し電極（ゲート）とを含む電子放出領域9から放出された電子は電子放出空間である真空領域10を通過して電子コレクト電極（アノード）8へ到達する。尚、真空領域10は、真空槽内で上記接合部である電子コレクト電極支持基板1の外周部と電子放出領域外周の電子ビーム取り出し電極（ゲート）の外周部とを接合することにより形成される。その後、三極管を真空槽外に出しても真空領域10の真空度は変化することなく保持される。

【0022】次に、図2に示した各電極へのリード線4、5、6の接続について説明する。

【0023】まず、電子コレクト電極リード線4の接続について述べる。予め、電子コレクト電極支持基板であるガラスに電解放電加工により、直径200 $\mu$ m $\phi$ の穴を設けた後、その穴をニオブ（Nb）で埋める。そのニオブの露出下部は、後の、電子コレクト電極作製時に電子コレクト電極となるニオブが堆積する位置にある。リード線4はニオブの露出上部に通常のボンディング装置により接続する。

【0024】冷陰極アレイリード線5は、冷陰極アレイ支持基板であるシリコン（Si）基板の冷陰極アレイ形成面とは反対の面の一部にニオブ（Nb）膜を形成し、その部位にボンディング装置を用い接続する。

【0025】電子ビーム取り出し電極リード線6は、電極構造体を真空封止した際、電子ビーム取り出し電極層の一部が大気中に露出するようにし、その露出面の一部にニオブ（Nb）膜を形成し（もしくは、予め、形成しておく）、その部位にボンディング装置を用い接続する。

【0026】図3に、図1において点線で囲まれたA部の拡大断面斜視図を示す。また、図4に、図1において点線で囲まれたB部の拡大断面図を示す。

【0027】電極構造体は、図3に示すように、複数の電子放出源91からなる冷陰極アレイ（カソード）と電子ビーム取り出し電極（ゲート）92とから構成される電子放出構造体と、基板1に形成された電子コレクト電極8とを備えている。この電極構造体は、例えば、シー・エー・スピント（C. A. Spindt）等によって提案されている作製法を用いて作製される。

【0028】電界放出の原理に基づいて電子を放出する電子放出源91は円錐形状をしており、金属又は半導体材料で形成された冷陰極アレイ支持基板2の上に形成され、電子放出源91の先端周辺には、冷陰極アレイ支持基板2と電気的絶縁層93とを介して電子ビーム取り出し電極92が積層されている。このような構成において、電子放出源91と電子ビーム取り出し電極92との間に電圧を印加すると、その間に高電界が発生し、電界放出の原理によって電子放出源91の先端から電子が放出される。放出された電子は、電子ビーム取り出し電極92と比べ高電圧の電子コレクト電極（アノード）8へ加速され、到達する。

【0029】図1における電極構造体の一部の外周部3として示した部分は、真空領域10を真空中に維持するための接合部として作用しており、図3に示す電子ビーム取り出し電極92と絶縁層93との積層構造と同様な構造を有している。これは、図4によりいっそう明らかである。接合部は、基板2と絶縁層93の最外周部と電子ビーム取り出し電極92の最外周部と基板1の電極92方向への突出部1aとが積層された構造を有している。従って、本実施例では、図4に示すように電子コレクト電極8は大気とは遮断されるので、図2において説明したようにリード線4が必要となる。

【0030】次に、図5を参照にして、冷陰極アレイと電子ビーム取り出し電極とから構成される電子放出構造体の作製法を説明する。

【0031】図5（a）に示すように、厚さ約0.4mmのシリコン（Si）基板30の表面を熱酸化することにより、厚さ1 $\mu$ mの二酸化シリコン（SiO<sub>2</sub>）絶縁層31を形成し、さらに、その上に、スパッタリング装置を用い電子ビーム取り出し電極層32としてチタン（Ti）層を約3000Å成膜する。次に、図5（b）に示すように電子ビーム取り出し電極層32上に、スピナーを用いレジストを塗布し、そのレジスト層34に所望するパターンをウエハステッパーを用いて焼き付け、現像処理を行い、レジストパターンを設け、所定の領域のみ電子ビーム取り出し電極層を露出させる。ここで、レジスト層の膜厚は約1 $\mu$ mとしている。その後、表面に露出した電子ビーム取り出し電極層32とその下部の絶縁層31とをドライエッチング法によって順次除

去すると、図5(c)に示す直径約 $1\mu\text{m}$ の微小アパーチャ35が形成される。そして、アパーチャ35に対して垂直に電子放出源材料を蒸着することによって、図5(d)に示すようにアパーチャ径の縮小と共に円錐形状の電子放出源33がシリコン(Si)基板30上に形成される。ここで、電子放出源材料としては窒化チタン(TiN)を用いている。円錐形状の電子放出源33を作製する際に電子ビーム取り出し電極層32の面上のレジスト層34上に堆積した窒化チタン(TiN)33aはレジスト層34を除去することによるリフトオフ法によって除去し、図5(e)に示す電子放出構造体が得られる。本実施例では、この電子放出構造体は、アレイ状に複数個同一基板上に形成され冷陰極アレイを構成している。

【0032】本実施例の三極管における真空封止の際の接合部は電子ビーム取り出し電極の外周部と電子コレクト電極支持基板の外周部とであり、ここでは、電子ビーム取り出し電極材料としてチタン(Ti)を用いるが、これに限られるものではなく、酸化可能な材料として、シリコン(Si)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、ニオブ(Nb)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、クロム(Cr)、ジルコニウム(Zr)等、又は、これらの酸化可能な元素を含む材料を用いることもできる。

【0033】同様に、電子放出源材料についても、窒化チタンに限るものではない。

【0034】次に、図6を参照して、電子コレクト電極を含む構造体の作製法を説明する。

【0035】図6(a)に示すように厚さ $0.4\text{mm}$ のガラス基板40の表面にスピナーを用いレジストを塗布し、そのレジスト層41に所望するパターンをウエハステッパーを用いて焼き付け、現像処理を行い、レジストパターンを設け、所定の領域のみガラス基板を露出させる。ガラス基板40としては、例えば、パイレックスガラスが用いられる。

【0036】レジストパターン形状は電子放出領域9より大きな面積を囲む額縁型をしており、その膜厚は約 $0.8\mu\text{m}$ である。その後、表面に露出したガラス基板をフッ酸を用いたウエットエッチング法によって除去すると、図6(b)に示す深さ約 $5\mu\text{m}$ の底面が平坦な凹部42がガラス基板40に形成される。ここでは、図示を簡略化しているが、実際の凹部42の側面はレジスト下への回り込みエッチング効果(アンダーカット効果)により傾斜面となっている。そして、凹部42に対して垂直に電子コレクト電極材料を蒸着することによって、図6(c)に示すように電子コレクト電極43が凹部42の底面上に形成される。ここで、電子コレクト電極材料としてはニオブ(Nb)を用いており、その膜厚は約 $2500\text{\AA}$ である。電子コレクト電極43を作製する際にレジスト層41上に堆積したニオブ(Nb)層43a

はレジスト層41を除去することによるリフトオフ法によって除去し、図6(d)に示す電子コレクト電極43を含む構造体が得られる。

【0037】先に、述べたように、本実施例の三極管における真空封止の際の接合部は電子ビーム取り出し電極の外周部と電子コレクト電極支持基板の外周部とであり、上記実施例では、電子コレクト電極支持基板としてパイレックスガラスを用いたが、これに限られるものではなく、同様にアルカリ金属元素と酸素元素とを含む材料である通常のガラス、軟質ガラス、磁器(セラミックス)材等を用いることもできる。

【0038】また、電子コレクト電極材料についても、ニオブに限るものではない。例えば、上記電子管をディスプレイに用いる場合は、電子コレクト電極材料として透明導電膜材料が用いられ、ガラス基板上に成膜された後、さらに、その上に蛍光体層が形成される。以上のように作製した、冷陰極アレイと電子ビーム取り出し極とを含む構造体と電子コレクト電極とを含む構造体は、図4に示すように電子ビーム取り出し電極92の外周部と電子コレクト電極支持基板1の外周部とを接合することにより真空領域10を形成するか、若しくは後述するような方法により真空領域10を形成する。

【0039】次に、電極構造体の真空封止方法、即ち、本実施例においては、電子ビーム取り出し電極の外周部と電子コレクト電極支持基板の外周部との接合方法を図7を参照にして説明する。

【0040】真空度 $10^{-8}\text{Torr}$ に到達した真空チャンパー内において、電子コレクト電極面が電子放出領域9の全面に対面した上部に位置するよう、即ち、電子コレクト電極支持基板1の外周部の額縁型をした接合部が電子放出領域9より外側の電子ビーム取り出し電極92面上に密接に接触するように置く。次に、電子コレクト電極支持基板1に負電極板16を、電子ビーム取り出し電極92面上に正電極板17を圧着し、各々を直流電源18の負極15、正極14に接続することにより、電子ビーム取り出し電極92と電子コレクト電極支持基板1との間に電圧を印加する。また、電圧印加時には、抵抗加熱部19によって電子ビーム取り出し電極92と電子コレクト電極支持基板1とは加熱されているようにする。20は加熱用電源である。本実施例では、加熱温度 $350^{\circ}\text{C}$ 、印加電圧 $650\text{V}$ で5分間維持した。これによって、電子ビーム取り出し電極92と電子コレクト電極支持基板1との接触部界面に接合層としてチタン酸化物が形成され、完全に接合した。接合後、本三極管を真空チャンパーから大気中に出しても真空封止領域内の真空度は保持されている。尚、接合時の加熱温度、印加電圧、維持時間は上記に限られるものではなく、接合部材の材質、接合部材の形状等によって適宜変えられる。

【0041】さらに、本構造をもってすれば、同様の電子管を多数個接着しながら積み重ねることが可能であ



り、より、高密度な電子デバイスが作製できる。この場合、接合時に、一方の電子管の電子コレクト電極支持基板1（ガラス）が負極、他方の電子管の冷陰極アレイ支持基板2（シリコン）が正極になるよう、直流高電圧が印加される。

【0042】上記実施例では、電子ビーム取り出し電極の外周部と電子コレクト電極支持基板の外周部とを接合することにより真空領域を形成したが、電子ビーム取り出し電極リード線の接合部位を変えることにより、冷陰極アレイを支持する基板及び電子コレクト電極を支持する基板のみで真空領域を形成することも可能である。図8にその実施例による接合部の断面図を示す。例えばパイレックスガラスから成る電子コレクト電極支持基板50の外周部に設けられた突出部と、冷陰極アレイ支持基板51の外周部とが上記方法によって接合されて接合部が形成される。

【0043】また、図9に第3の実施例による接合部の断面図を示す。本実施例では、接合部は、例えばパイレックスガラスから成る電子コレクト電極支持基板60の外周部に設けられた突出部と、絶縁層62と、冷陰極アレイ支持基板61の外周部とが積層された構造を有する。この場合、例えば、電子コレクト電極支持基板60の外周部に設けられた突出部と絶縁層62とが上記方法によって接合される。

【0044】さらに、図10に第4の実施例による接合部の断面図を示す。本実施例では、接合部は、電子コレクト電極支持基板70の外周部と、電子コレクト電極72の外周部と、接合のために設けられており例えばパイレックスガラスから成るスペーサ75と、電子ビーム取り出し電極74の外周部と、絶縁層73と、冷陰極アレイ支持基板71の外周部とが積層された構造を有する。この場合、例えば、スペーサ75の両面と、電子コレクト電極72の外周部及び電子ビーム取り出し電極74の外周部とが上記方法によって接合される。本実施例では、図2に示した様な電子コレクト電極のためのリード線は、大気中に露出した電子コレクト電極72の一部に形成されたニオブ膜に直接接続すればよい。

【0045】尚、上記第4の実施例では、スペーサ75としてパイレックスガラスを用いたが、アルカリ金属元素を添加した、酸化シリコン、窒化シリコン等の電気絶縁体からなる薄膜を用いることもでき、この場合これらの電気絶縁体薄膜は、電子ビーム取り出し電極74又は電子コレクト電極の外周部に形成される。そして、この電気絶縁体薄膜と、電気絶縁体薄膜が形成されない電子ビーム取り出し電極74又は電子コレクト電極72のいずれかの外周部とを上記方法で接合することにより真空封止される。

【0046】尚、上記した実施例では、冷陰極アレイ支持基板としてシリコン（Si）基板を用いたが、石英基板上にチタン（Ti）層を形成する等、電気的絶縁体基

板上に金属又は半導体の電極材料により電極層を形成して用いてもよい。

【0047】第5実施例について説明する。図11は、本発明による電子放出デバイスの第5の実施例の三極管構成を示す要部の概略的断面斜視図であり、図12は図11に示す三極管の全体を概略的に示す斜視図である。

【0048】本実施例が、第1から第4の実施例と異なる点としては、まず、図12に示すように、本実施例の三極管は、少なくとも冷陰極アレイ（カソード）と電子ビーム取り出し電極（ゲート）と電子コレクト電極（アノード）とを含む電極構造体を支持する電極構造体支持基板102の外周部、電極構造体支持基板102上に設けられた電気的絶縁層180の外周部、スペーサ181、及び接合基板101の外周部を用いて真空封止された構造をなしている。

【0049】また、電子コレクト電極リード線4、冷陰極アレイリード線5、電子ビーム取り出し電極リード線6が、それぞれ電子コレクト電極、冷陰極用電極、電子ビーム取り出し電極の外面に露出した図示しない配線部にボンディング装置を用いて接続されている。

【0050】そして、図11において、電子放出領域109は第1から第4の実施例と異なり、冷陰極アレイと電子ビーム取り出し電極との他に、電子コレクト電極をも含む。尚、真空領域10は、真空槽内で電極構造体支持基板102の外周部と電気的絶縁層180の外周部とスペーサ181と接合基板101の外周部とを接合することにより形成される。その後、三極管を真空槽外に出しても真空領域10の真空度は変化することなく保持される。

【0051】図13、図14、図15、及び図16により、図11の電極構造体支持基板102上に形成された電極構造体の構造を説明する。図13は、電極構造体の要部拡大上面図である。図13に示すように、電極構造体は、電極構造体支持基板上に形成された電気的絶縁層180のさらに上に、電界放出の原理に基づいて電子を放出する複数個の電子放出部よりなる冷陰極アレイを成す冷陰極用電極191と、冷陰極用電極191とは電気的に絶縁されている電子ビーム取り出し電極192と、冷陰極用電極191及び電子ビーム取り出し電極192とは電気的に絶縁されている電子コレクト電極108とが、それぞれライン状に複数形成されている。そして、冷陰極用電極191において電子放出部191aが存在する領域の電子ビーム取り出し電極192の下には、溝部183が形成されている。

【0052】図14及び図15は、それぞれ図13の切断線I-I及び切断線II-IIにおける拡大断面図である。図14に示すように、冷陰極用電極において電子放出部が存在する領域では、溝部183が形成されており、溝部183の底部に沿って、電子ビーム取り出し電極192が形成されている。一方、図15に示すよう

に、冷陰極用電極において電子放出部が存在しない領域では、溝部が形成されておらず、電極構造体支持基板の周辺部に相当する部分で冷陰極用電極と電子ビーム取り出し電極と電子コレクト電極とのそれぞれの配線部を成す配線部191bと配線部192bと配線部108bとが形成されている。

【0053】図16に電極構造体の要部拡大斜視図を示す。冷陰極用電極191及び電子ビーム取り出し電極192の間に電圧を印加すると、その間に高電界が発生し、電界放出の原理によって冷陰極用電極191の先端の電子放出部191aから電子が真空中へ放出される。放出された電子は、電子ビーム取り出し電極192と比べ高電位の電子コレクト電極108へ加速され、到達する。

【0054】なお、図13において、電極構造体支持基板の周辺部に相当する部分であるそれぞれの配線部は、冷陰極用電極191、電子ビーム取り出し電極192、及び電子コレクト電極108が中央部で、連続して形成されている場合には、一方の端部だけ形成されていればよいが、切断され電氣的に絶縁されている場合には、電極構造体支持基板の周辺部に相当する部分の両方の端部に形成すればよい。

【0055】次に、図17～図21を参照にして、本実施例の三極管の作成法について説明する。図17の上面図に示すように、電極構造体支持基板として厚さ0.4mmのシリコン(Si)基板130表面に、スピナーを用いレジストを塗布し、そのレジスト層に所望するパターンをウエハステッパを用いて焼き付け、現像処理を行い、レジストパターン184を設け、溝部を形成する領域のみシリコン(Si)基板130表面を露出させる。ここで、レジスト層の厚みは約1 $\mu$ mとし、溝部を形成する領域は、約4 $\mu$ m $\times$ 約200 $\mu$ mの四角形とした。

【0056】このときの図17の切断線III-IIIにおける断面は、図18(a)のようになる。この後、シリコン(Si)基板130の露出した表面を、六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)ガスを用いドライエッチングにより、深さ約0.7 $\mu$ m掘り下げる。そして、レジストパターン184を除去すると、図18(b)に示すような溝部となる凹部185が形成される。次に、このようにして表面を凹部状に成型したシリコン(Si)基板130を、乾燥酸素中で1000℃の温度において約14時間熱酸化し、シリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)131を平坦部で約3000Åの厚さになるよう形成する。この時、シリコン基板130の裏面にもシリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)131aが形成される。ここで、熱酸化用酸素の不純物はコールドトラップ法により除去される。その後、スパッタリング装置又は蒸着装置を用い、シリコン(Si)基板130の熱酸化された凹部を有する面に対して垂直に電極材料としてチタン(Ti)層186を蒸着

し、図18(c)に示すように、基板上に約3000Å成膜する。

【0057】次に、チタン(Ti)層186上に、スピナーを用いレジストを塗布し、そのレジスト層に所望する電極構造体パターンをウエハステッパを用いて焼き付け、現像処理を行い、レジストパターンを設け、所定の領域のみチタン(Ti)層を露出させる。ここで、レジスト層の膜厚は約0.8 $\mu$ mとしている。その後、表面に露出したチタン(Ti)層をドライエッチング法によってシリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)131に至るまで除去し、さらに、レジスト層を除去することにより、図19の上面図に示すようにし、冷陰極用電極187、電子ビーム取り出し電極ゲート188、電子コレクト電極189より構成される電極構造体が作製される。尚、冷陰極用電極の形状は、電子放出部がその各三角形の頂点となる鋸歯型としたが、このような形状に限られるものではない。

【0058】なお、本実施例では、電極構造体支持基板として、シリコン(Si)基板を用いたが、これに限られるものではなく、石英等の電氣的絶縁体基板を用いてもよく、電極が形成される表面が電氣的絶縁性を有するものであればよい。そして、電氣的絶縁体基板を用いた場合には、本実施例で形成したようなシリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)等の電氣的絶縁層は不用となる。また、電極構造体材料としてチタン(Ti)を用いたが、これに限られるものではなく、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、タンタル(Ta)、ニオブ(Nb)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、クロム(Cr)、ジルコニウム(Zr)等の金属や、これら金属の炭化物、窒化物を用いてもよく、またこれら金属の合金または積層膜を用いてもよい。

【0059】次に、スペーサの形成について説明する。まず、上記のようにして作製した電極構造体の外周部のみ露出するように、上述したと同様のパターンニング法によりレジストパターンを設ける。そして、この露出面に、パイレックスガラスをスパッタターゲットとして用い、酸素とアルゴンの混合ガスをスパッタガスとして用いたR.F.スパッタリング装置によって、アルカリ金属元素と酸素元素を含む電氣的絶縁層であるガラス層を形成する。ここで、ガラス層の厚さは、好ましくは0.2 $\mu$ m～14 $\mu$ mであり、また、2.0 $\mu$ mのとき、表面粗さが200Å以下という良好な結果が得られた。この後、リフトオフ法によりレジストパターンのレジスト層を除去し、レジスト層が除去された面を露出、滑浄化する。このようにして、図20に示すように、電極構造体の外周部にガラス層によるスペーサ190が形成される。

【0060】このとき、図20のIV-IVにおける断面は、図21に示すようになり、シリコン(Si)基板130上のシリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)131上に形

成された冷陰極用電極の配線部187b、電子ビーム取り出し電極の配線部188b、及び電子コレクト電極の配線部189bが、シリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)131と共に、いずれもスペーサ190の下に配置されたような構成になっている。尚、配線部は、シリコン基板にアンチモン、リン、ボロン等の不純物をライン状にドーピングすることにより低抵抗ライン層を形成し、これらを配線部として電極構造体と電気的に接続するようにしてもよい。

【0061】なお、本実施例では、スペーサのアルカリ金属元素と酸素元素を含む材料として、パイレックスガラスを用いたが、これに限られるものではなく、通常のガラス、軟質ガラス、磁器(セラミックス)等を用いてもよい。また、本実施例ではエッチング法として、ドライエッチング法を用いたが、これに限られるものではなく、化学的異方性ウエットエッチング等を用いてもよく、また、電極及びスペーサの成膜法も上記実施例に限られるものではない。

【0062】次に、図22を参照にして、接合基板の作製法を説明する。図22は、接合基板の作製法を示す断面図である。図22(a)に示すように、厚さ0.4mmのシリコン基板201の表面にスピナーを用いレジストを塗布し、そのレジスト層に所望するパターンをウエハステッパーを用いて焼き付け、現像処理を行い、レジストパターン141を設け、所定の領域のみシリコン基板を露出させる。ここで、レジストパターン形状は、電子放出領域より大きな面積を囲む額縁型をしており、その膜厚は約0.8μmとしている。この後、表面に露出したシリコン基板をRIE(リアクティブイオンエッチング)装置を用い、六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)ガスでドライエッチングによって除去すると、図22(b)に示すように、深さ約5μmの底面が平坦な凹部142がシリコン基板201に形成される。そして、RIE装置内で、レジストパターンを酸素プラズマアッシング除去し、図22(c)に示す構造体が得られる。このようにして、接合基板が作製され、この接合基板の凹部142は、電極構造体支持基板上に設けられた電極構造体と向かい合うようにして、後述するように接合される。

【0063】なお、本実施例では、接合基板としてシリコンを用いたが、これに限られるものではなく、封止接合部位に少なくとも酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料を設けた絶縁体、半導体、金属等を用いてもよい。

【0064】次に、電極構造体の真空封止方法、即ち、本実施例においては、電極構造体の外周部に設けられたスペーサと接合基板の外周部との接合方法を、図23を参照にして説明する。

【0065】真空度10<sup>-8</sup>Torrに到達した真空チャンパー内において、接合基板101の凹部が、電極構造体に対面した上部に位置するよう、即ち、電極構造体の

外周部に設けられたスペーサ181と接合基板101の外周部である接合部とが密接に接触するように置く。次に、スペーサ181に負電極板17を圧着し、接合基板101に正電極板16を、各々を直流電源18の負極15、正極14に接続することにより、スペーサ181と接合基板101との間に電圧を印加する。また、電圧印加時には、抵抗加熱部19によってスペーサ181と接合基板101は加熱されているようにする。20は加熱用電源である。本実施例では、加熱温度450℃で、印加電圧500Vで2分間維持した。これによって、スペーサ181と接合基板101との接触部界面に接合層としてシリコン酸化物が形成され、完全に接合した。接合後、本三極管を真空チャンパーから大気中に出しても真空封止領域内の真空度は保持されている。尚、接合時の加熱温度、印加電圧、維持時間は上記に限られるものではなく、接合部材の材質、接合部材の形状等によって適宜変えられる。

【0066】なお、上記の真空封止法において、電極構造体を真空封止する際の真空チャンパー雰囲気、真空度10<sup>-8</sup>Torr~10<sup>-10</sup>Torrにまで減圧した後、水素、アルゴン、窒素、一酸化炭素等のガスを微量に加え、真空度10<sup>-5</sup>Torr~10<sup>-7</sup>Torrにした後、真空封止を行ってもよい。

【0067】第6の実施例として、第5の実施例において、電極構造体支持基板上に電子コレクト電極が形成されていないような場合の本発明に係る電子放出デバイスについて説明する。本実施例の電極構造体支持基板上には、第5の実施例と異なり、電子コレクト電極が形成されておらず、冷陰極アレイと電子ビーム取り出し電極とが形成されており、また、第5の実施例と同様にスペーサが電極構造体の外周部に設けられている。ここで、第5の実施例では、電子ビーム取り出し電極の下に、溝部が形成されていたが、本実施例では形成されていなくてもよい。

【0068】図24を参照にして、本実施例の接合基板の作製法を説明する。厚さ0.4mmのシリコン(Si)基板301を乾燥酸素中で1000℃の温度において約14時間熱酸化し、シリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)を平坦部で約3000Åの厚さになるよう形成する。次に、スピナーを用いレジストを塗布し、そのレジスト層に所望するパターンをウエハステッパーを用いて焼き付け、現像処理を行い、レジストパターンを設け、所定の領域のみシリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)を露出させる。ここで、レジストパターン形状は電極構造体支持基板上に設けられた電子放出領域より大きな面積を囲む額縁型をしており、その膜厚は約0.8μmとしている。この後、表面に露出したシリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)をフッ酸を用いたウエットエッチング法によって除去し、さらにレジストパターン層を除去すると、図24(a)に示すように、シリコン(Si)基板30

1上にレジストパターンが転写されたシリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)パターン241が形成される。

【0069】この後、表面に露出したシリコン基板301をフッ酸、硝酸、酢酸の混合液を用いてウエットエッチングによって除去すると、図24(b)に示す深さ約5μmの底部が平坦な凹部242がシリコン基板301に形成される。そして、凹部242に対して垂直に電子コレクト電極(アノード)材料を蒸着することによって、図24(c)に示すように電子コレクト電極243が凹部242の底面上に形成される。ここで、電子コレクト電極材料としてはニオブ(Nb)を用いており、その膜厚は約2500Åである。電子コレクト電極243を作製する際にシリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)パターン241上に堆積したニオブ(Nb)層243aはシリコン熱酸化層(SiO<sub>2</sub>層)パターン241を除去することによるリフトオフ法によって除去し、図24(d)に示す電子コレクト電極243を含む構造体を得られる。このようにして、接合基板が作製される。この接合基板の電子コレクト電極243の配線部は、電極構造体との接合部位上を通して外部に引き出される様に成膜形成される。

【0070】なお、本実施例では、接合基板材料としてシリコンを用いたが、これに限られるものではなく、封止接合部位に少なくとも酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料を設けた絶縁体、半導体、金属等を用いてもよい。また、金属を接合基板に用いた場合には、それ自体が電子コレクト電極になり得る。また、電子コレクト電極材料は、これに限られるものではなく、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、クロム(Cr)、チタン(Ti)、ジルコニウム(Zr)、アルミニウム(Al)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)等の金属、又は、ニオブ(Nb)も含めこれらの合金または積層膜を用いてもよい。さらに、その膜厚もこれに限られるものではない。

【0071】また、本電子管をディスプレイに用いる場合は、接合基板にはガラス等の透明基板が用いられ、電子コレクト電極材料として透明導電膜材料がガラス基板上に成膜された後、さらに、その上に蛍光体層が形成される。

【0072】本実施例の電子放出デバイスの電極構造体を囲む真空領域は、真空槽内で電極構造体の外周部に設けられたスペーサと接合基板の外周部とを、第5の実施例と同様にして、接合することにより形成される。

【0073】本利用分野の一つとして挙げられるディスプレイに関して、その真空封止部の構造について補足する。一般的にディスプレイの電極構造体は、拡大すると図3に示すような構造をしている。そして、第1の実施例で述べられているように、図3において、基板1には透明基板、例えばガラス基板が用いられ、電子コレクト電極8には透明導電膜材料、例えばITO膜が用いら

れ、そして、電子コレクト電極8の上には、蛍光体層が設けられる。また、電子コレクト電極8と蛍光体層の間にカラー表示の一手段としてフィルター層が設けられる場合もある。蛍光体は、電子放出源91から放出された電子が入射することによって発光する。ディスプレイとしての表示は、この発光を制御することにより行われる。

【0074】本分野では、任意の画素を発光させる駆動法として、主に、X-Yマトリクスアドレス法が用いられる。そのため、電子ビーム取り出し電極をライン状に平行に複数個電氣的に分割したゲートラインと電子コレクト電極をライン状に平行に複数個電氣的に分割した電子コレクト電極ラインを交差するように配置したX-Yマトリクス構造、又は、ゲートラインと冷陰極アレイをライン状に平行に複数個電氣的に分割した冷陰極アレイラインを交差するように配置したX-Yマトリクス構造が形成される。この場合、上記、二つのどちらのX-Yマトリクス構造を形成しても、電子ビーム取り出し電極はライン状に平行に複数個電氣的に分割したゲートラインとする必要がある。図25にゲートラインの一説明図を示す。図中点線で囲まれた部位Cの拡大図が図3と同様と考えられる。すなわち、400は冷陰極アレイ支持基板、401は電氣的絶縁層、402はゲートライン、403は電子放出源が露出しているところのアパーチャである。尚、ゲートラインは複数本平行に並んで形成され、一つのゲートライン領域に位置する電子放出源の数は、図25では幅方向に2つであるが、これに限るものではなく、任意の数の電子放出源が配せられる。図中ゲートラインの手前においてアパーチャ403が形成されていない領域404があるが、これは、ディスプレイ表示領域の外周部であり、真空封止の際の接合部位として用いられる領域である。図26に図25のV-Vでの真空封止の際の接合部位の断面図を示す。図26に示すように、接合部位はゲートラインの存在により凸凹しており、このままでは、前述した電子コレクト電極及び蛍光体層が設けられたガラス基板における接合部位との真空封止接合は困難である。よって、このような場合も、第4実施例、第5実施例、第6実施例に述べられているように、図27に示すように電氣的絶縁体からなるスペーサ405が設けられる。スペーサ材料としては、アルカリ金属元素と酸素元素とを含むもので、例えば、パイレックスガラス、通常のガラス、軟質ガラス、セラミックス、又は、アルカリ金属元素を添加した酸化シリコン、窒化シリコン等が用いられる。尚、この時の、電子コレクト電極及び蛍光体層が設けられたガラス基板における接合部位は酸化可能な元素又は、酸化可能な元素を含む材料より構成される。さらに、これらを接合する際、スペーサ405に印加する負電圧の電極としてゲートライン404を用いることもできる。さらに、ディスプレイに限らず、第5実施例、第6実施例、及び図26に示さ

れるような電極配置をとる場合、少なくとも接合部位における電極形状を図28に示すようにテーパーをもたせた形状にすることもある。この場合、上に設けられるスペーサの最低必要な厚さを、テーパーを有しない電極形状のものと比べて効果的に薄くできる。図28は断面図であり、500は冷陰極アレイ支持基板、501は電氣的絶縁層、502は電極ラインを示す。

【0075】さらに、図15、図26に示されるような電極配置をとる場合、図29に示すような構造もある。真空封止接合するためのスペーサは、電極ライン602と電氣的絶縁層601の接合部位の露出部分を覆うように設けられるが、このスペーサに接合に必要な負電圧印加するための電極層603を冷陰極アレイ支持基板600の上に設けることを特徴とする。この電極603は冷陰極アレイ支持基板600の上に全面設けられる場合も、一部分に設けられる場合もある。他の接合に必要な電圧を印加するための電極層の設け方としては、例えば、冷陰極アレイ、電子ビーム取り出し電極、電子コレクト電極の、少なくとも一つを形成する際に、それらの電極とは電氣的に絶縁された形で、同一面上に任意の形で形成することもある。その一例を接合部位での断面で示すと、図30のように703a、703b、703cは冷陰極アレイ、電子ビーム取り出し電極、電子コレクト電極のいずれかであり、704が接合時に必要な電圧を印加するための電極層であり、700は電極支持基板、701は電氣的絶縁層である。この場合、これら電極(703a、703b、703c、704)露出面には、当然、スペーサが設けられ接合部位を形成することになる。

【0076】以上、本実施例におけるスペーサ材料としては、アルカリ金属元素と酸素元素とを含むものを主に使用したが、これに限るものではなく、例えば、アルカリ金属を含まない材料を用いてもよい。我々が、接合材料として確認した主なものを挙げると、フリットガラス(主成分 $PbO-ZnO-B_2O_3$ )、酸化シリコン( $SiO$ 、 $SiO_2$ 等)、窒化シリコン( $SiN$ 等)、酸化窒化シリコン( $SiON$ 等)等、すなわち、酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料となる。この場合、これらスペーサと真空封止のために接合される相手方の基板において、少なくとも接合部位の表面はアルカリ金属元素と酸素元素とを含む材料からなる。そして、接合時に接合のために印加される電圧の電極は、スペーサ側に正極が設けられ、相手側の接合部位に負極が設けられる。

【0077】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明による電子放出デバイスは、上記のように、冷陰極アレイ及び電子コレクト電極等の電極を支持する2つの基板等から成る電極構造体の寸法そのものが電子管の寸法となるため、超短小軽薄なデバイスが作製できる。

【0078】また、例えば、接合された部分が、第1の基板の外周部と、電子ビーム取り出し電極と第1の基板とを電氣的に絶縁する絶縁層の外周部と、電子ビーム取り出し電極の外周部と、第2の基板の外周部とが積層されている構造の場合、好ましくは、接合部において、第2の基板及び電子ビーム取り出し電極の一方がアルカリ金属元素及び酸素元素を含む材料から成り、他方が酸化可能な元素又は酸化可能な元素を含む材料から成る。これによって、接合部に封着材を用いることなく、かつ、例えば、接合部を熔融することなく熱と電圧の印加のみで接合(陽極接合)できるため、ガスの発生がない高真空な封止が可能となる。

【0079】さらに、本電子放出デバイスにおいては、真空封止に封止材を用いないため、上記第1～第6の実施例のように、封止の際に、冷陰極アレイを支持する基板と電子コレクト電極を支持する基板との間の距離が変化することがない。そのため、高精度に電子放出源の電子放出部先端と電子コレクト電極との距離が制御でき、その距離を電子の平均自由行程以下にすることも可能となる。

【0080】以上より、本電子放出デバイスは高性能な真空管またはディスプレイとして使用できることはもとより、比較するのに適当なガリウムヒ素デバイスよりも、実質的に超短小軽薄でありながら、大出力・高効率な電子放出デバイスの作製が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる電子放出デバイスの一実施例として三極管構成を示す要部の概略的断面斜視図である。

【図2】図1に示す三極管の全体を概略的に示す斜視図である。

【図3】図1において点線で囲まれたA部の拡大断面斜視図である。

【図4】図1において点線で囲まれたB部の拡大断面図である。

【図5】図3の電子放出構造体の作製法を説明するための図である。

【図6】電子コレクト電極を含む構造体の作製法を説明するための図である。

【図7】電極構造体の真空封止方法、即ち、本実施例においては、電子ビーム取り出し電極の外周部と電子コレクト電極支持基板の外周部との接合方法を説明するための図である。

【図8】本発明に係わる電子放出デバイスの第2の実施例の接合部を示す断面図である。

【図9】本発明に係わる電子放出デバイスの第3の実施例の接合部を示す断面図である。

【図10】本発明に係わる電子放出デバイスの第4の実施例の接合部を示す断面図である。

【図11】本発明に係わる電子放出デバイスの第5の実施例の三極管構成を示す要部の概略的断面斜視図であ

る。

【図 12】図 11 に示す三極管の全体を概略的に示す斜視図である。

【図 13】図 11 に示す三極管の電極構造体を示す拡大上面図である。

【図 14】図 13 の切断線 I-I における拡大断面図である。

【図 15】図 13 の切断線 II-II における拡大断面図である。

【図 16】図 13～図 15 に示す電極構造体を示す拡大斜視図である。

【図 17】図 13～図 16 の電極構造体の作製法を説明するための上面図である。

【図 18】図 17 の電極構造体の作製法を説明するための図 17 の切断線 III-III における断面図である。

【図 19】図 13～図 16 の電極構造体の作製法を説明するための上面図である。

【図 20】第 5 の実施例のスペーサの作製法を説明するための上面図である。

【図 21】図 20 の切断線 IV-IV における断面図である。

【図 22】第 5 の実施例の接合基板の作製法を説明するための図である。

【図 23】第 5 の実施例の電極構造体の真空封止方法（接合方法）を説明するための図である。

【図 24】本発明に係わる電子放出デバイスの第 6 の実施例の接合基板の作製法を説明するための断面図である。

【図 25】ゲートラインを説明するための斜視図であ

る。

【図 26】図 25 の切断線 V-V における真空封止の際の接合部位の断面図である。

【図 27】図 26 においてスペーサを設けたときの断面図である。

【図 28】テーパをもった電極ラインの形状を説明するための断面図である。

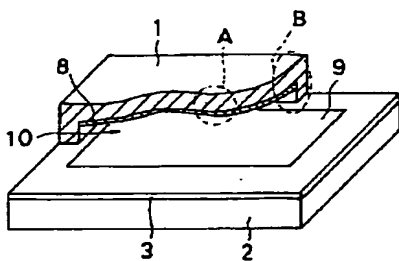
【図 29】接合のための電極層を設けた構造を説明するための断面図である。

【図 30】接合のための電極層を設けた構造を説明するための断面図である。

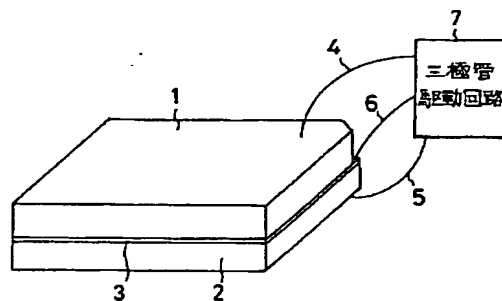
【符号の説明】

- 1 電子コレクト電極支持基板
- 2 冷陰極アレイ支持基板
- 3 電極構造体の一部の外周部
- 4 電子コレクト電極リード線
- 5 冷陰極アレイリード線
- 6 電子ビーム取り出し電極リード線
- 7 三極管駆動回路
- 8、108 電子コレクト電極
- 9、109 電子放出領域
- 10 真空領域
- 91 電子放出源
- 92、192 電子ビーム取り出し電極
- 93、180 電氣的絶縁層
- 101 接合基板
- 102 電極構造体支持基板
- 181 スペーサ
- 191 冷陰極用電極

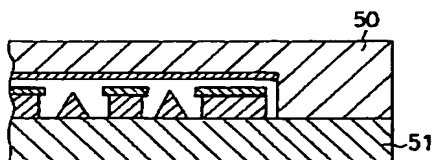
【図 1】



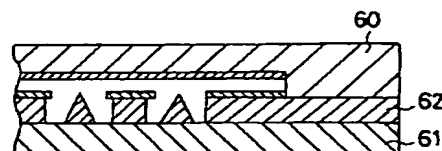
【図 2】



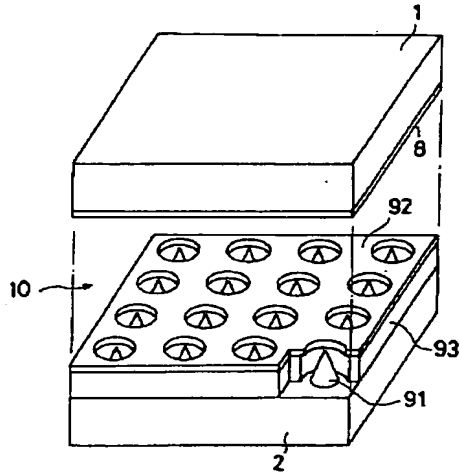
【図 8】



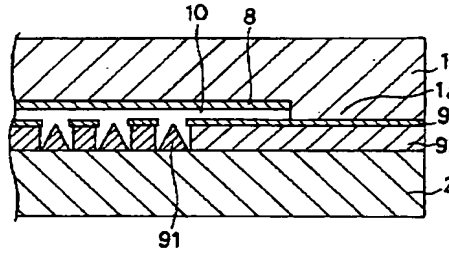
【図 9】



【図3】

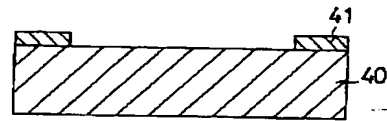


【図4】

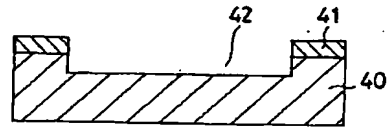


【図6】

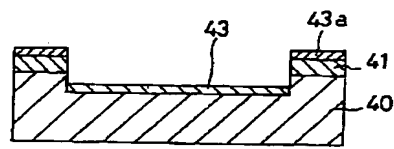
(a)



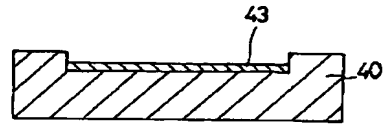
(b)



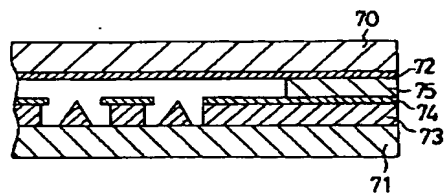
(c)



(d)

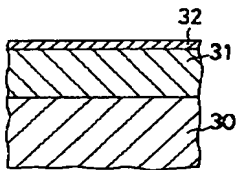


【図10】

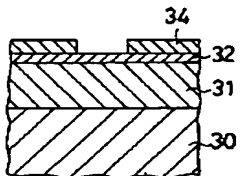


【図5】

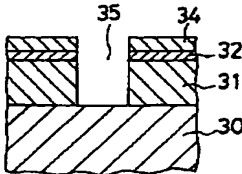
(a)



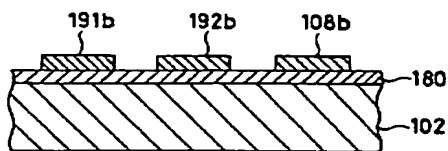
(b)



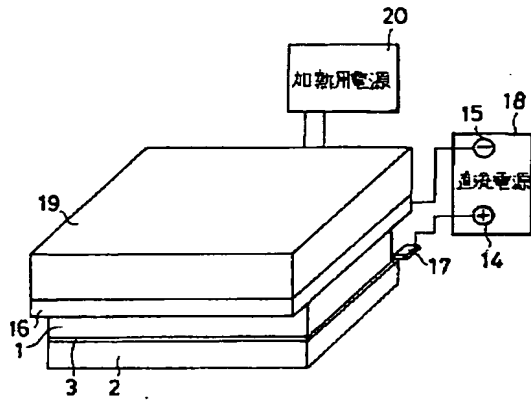
(c)



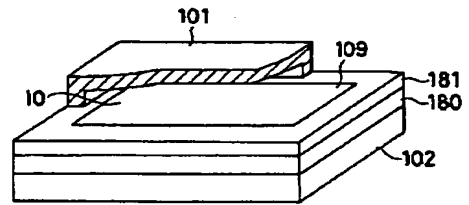
【図15】



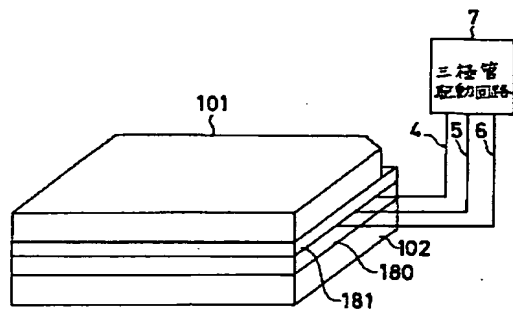
【圖7】



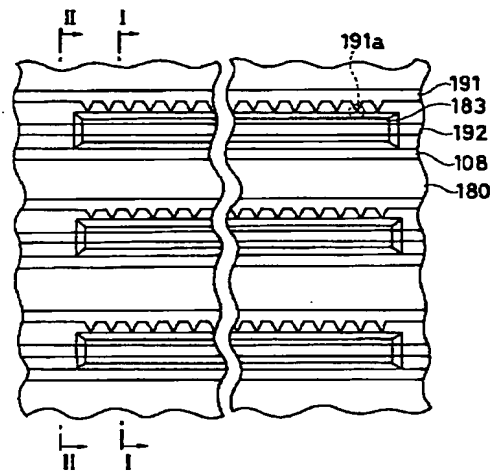
【圖11】



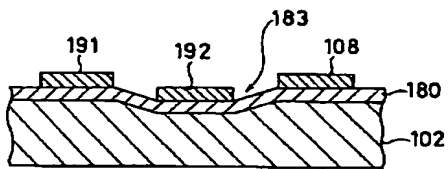
【圖12】



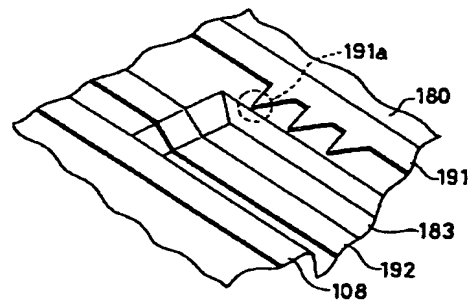
【圖13】



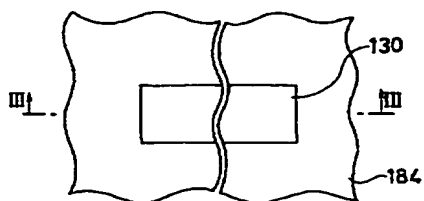
【圖14】



【圖16】

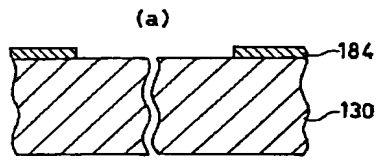


【圖17】

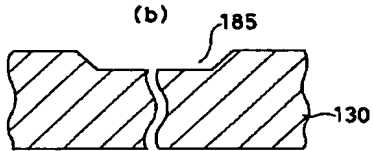




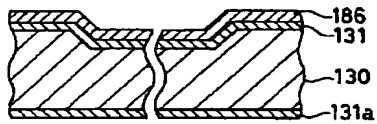
【図18】



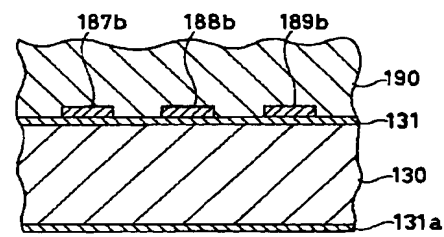
(b)



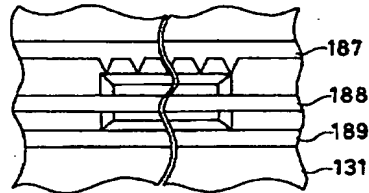
(c)



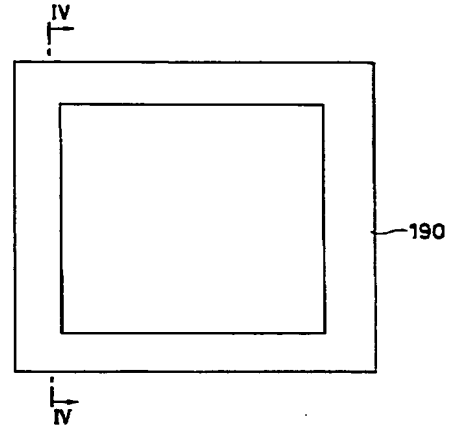
【図21】



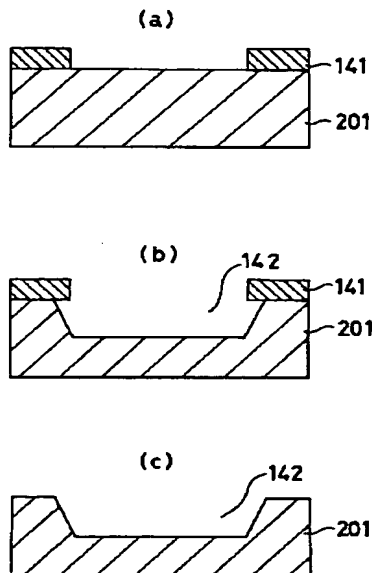
【図19】



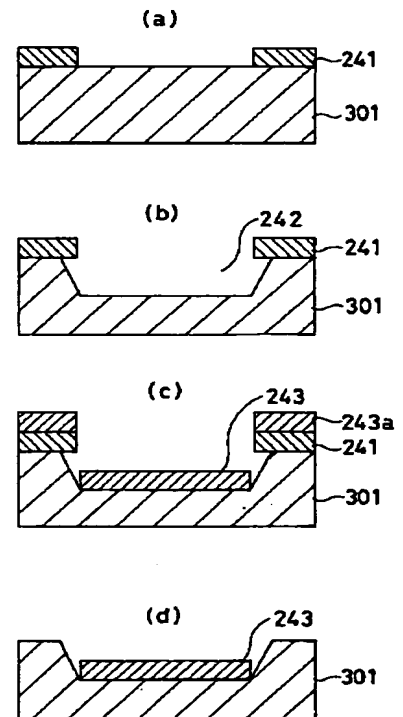
【図20】



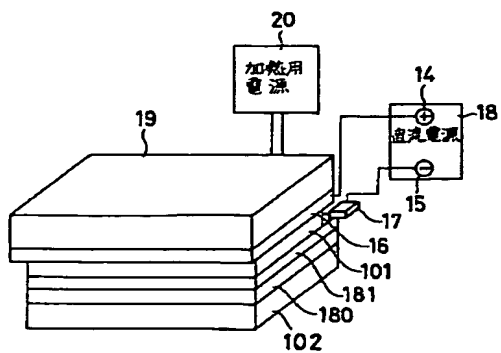
【図22】



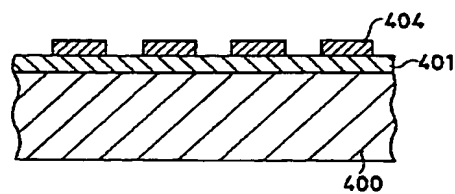
【図24】



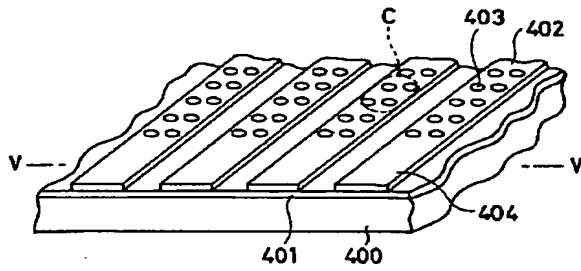
【図23】



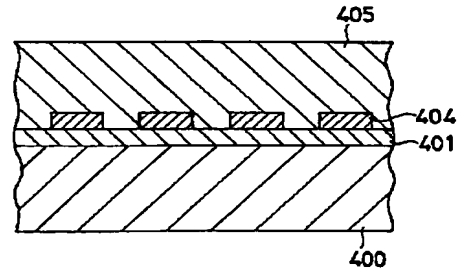
【図26】



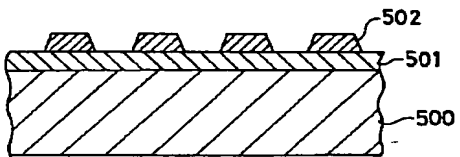
【図25】



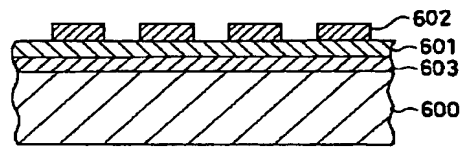
【図27】



【図28】



【図29】



【図30】

